

COLOR ESTIMATING METHOD BY COLOR PATCH

Patent Number: JP63254888

Publication date: 1988-10-21

Inventor(s): KO HIROTETSU

Applicant(s): KONICA CORP

Requested Patent: JP63254888

Application Number: JP19870089006 19870410

Priority Number(s):

IPC Classification: H04N9/79 ; B41J3/00 ; H04N1/46

EC Classification:

Equivalents: JP2575134B2

Abstract

PURPOSE: To record a color picture based on corrected color separation picture information by interpolating with a curve approximation by the use of the colors of color patch points more than three points at the time of matching a coordinate system constituted of a basic color to the coordinate system of a color specification system.

CONSTITUTION: 8 bit and 9 bit intervals are distributed in a mixed form as a lattice point. The data of four bits for referring to a weight coefficient in which the maximum distance between the lattice points corresponds to the 9 bits is supplied to a weight coefficient storing means 24 side from an address signal forming means 40. A control signal for sequentially selecting chips is supplied to LUTs 21-23 for color correcting data, the color correcting data is sequentially read and supplied to a multiplying and accumulating means 30. In the means 30, the corrected values of respective colors are sequentially calculated and the data of the high order 8 bits of the accumulated outputs are sequentially outputted for every color. At the time of increasing the number of color patches, the interpolation is carried out by the curve approximation using the lattice points more than three points, so that an interpolating point can be correctly calculated to remarkably improve a color reproductivity.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑪ 公開特許公報 (A)

昭63-254888

⑫ Int. Cl. 1

H 04 N 9/79
B 41 J 3/00

H 04 N 1/46

識別記号

府内整理番号

H-7155-5C

Y-7612-2C

B-7612-2C

6940-5C

⑬ 公開 昭和63年(1988)10月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全19頁)

⑭ 発明の名称 カラーパッチによる色推定方法

⑮ 特願 昭62-89006

⑯ 出願 昭62(1987)4月10日

⑰ 発明者 洪 博 哲 東京都日野市さくら町1番地 小西六写真工業株式会社内
 ⑱ 出願人 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
 ⑲ 代理人 弁理士 山口 邦夫

明細書

3. 発明の詳細な説明

1. 発明の名称

カラーパッチによる色推定方法

2. 特許請求の範囲

(1) 色分解画像を構成する複数の基本色を混合して得られる、ある表色系の中間色を推定するに際し、

上記複数の基本色の組合せによって複数のカラーパッチを形成し、

このカラーパッチ以外の基本色の組合せによる点の色は、既に求められている3点以上の上記カラーパッチの点の色を使用して補間により推定するようにしたことを特徴とするカラーパッチによる色推定方法。

(2) 上記基本色として、イエローY、マゼンタM、シアンCが使用されてなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のカラーパッチによる色推定方法。

【産業上の利用分野】

この発明は、テレビ画像信号をビデオプリンタ、デジタルカラーコピー装置などを用いてハードコピーする場合のように、異なる表色系間での色修正（カラーブルーフ）を行なう場合などの色実測系に適用して好適なカラーパッチによる色推定方法に関する。

【発明の背景】

テレビ画像信号をビデオプリンタ、デジタルカラーコピー装置などを使用してハードコピーする場合には、夫々の表色系が相違するため、再現色を一致させるためなどの目的から、カラー修正などの色修正用として色分解画像修正装置が使用されることが多い。

例えば、色分解画像修正装置の1つであるカラーマスキング装置は、周知のように色材（トナー、インク、感熱転写用インク、印刷紙などの色粉）の副吸収分をキャンセルして正しい色（中間色）を再現できるようにするための装置である。

すなわち、テレビ画像は加色法によりカラー画像が構成され、その表色系は蛍光体のR, G, B座標系が使用される。これに対して、印画紙などは減色法によりカラー画像が構成されると共に、その表色系はし*, u*, v*などの表色系が使用される。このような場合には、これら表色系間で信号データの変換(色修正)を行なう必要があるからである。

例えば、第25図に示すカラーマスキング装置10では、入力されたR, G, Bの3原色画像データを数値演算することによって、新たな画像データ(色修正後の画像データで、この例では、シアンC、マゼンタM及びイエローY)を形成し、この新たな画像データC, M, Yに基づいてカラー画像が記録されるようになされる。

同図において、11はテレビジョン受像機、12はカラープリンタ、13は印画紙などの記録媒体を示す。

カラープリンタなどの色彩特性を正確に把握できれば、ある指定した色彩を再現する基本色(3

これが近似式であるためその近似式と実際値とのずれが大きく、これまた色再現性の精度が充分でない。

この問題点を解決する1つの方法として、テレビ画像信号から印画紙などの記録媒体上に直接カラー画像を記録し、その記録画像の色を直接測定して、修正値を算出する方法が考えられる。

そのような場合には、複数の基本色を組合せることによって得られた複数の色画像、つまりカラーパッチ像に基づいて測色した方が、測色点を明確に特定できることから好ましい。

カラーパッチ像を形成する場合、その数が多い方が測色点が多くなり、得られる修正点をより正確に求めることができるからである。

しかし、このカラーパッチ数を無間に増加すると、測色点がそれに比例して増えることになるから、測色点を単に増加させたのでは、測色時間をいたずらに長くするだけで、あまり得策な解決手段とは言い難い。

そこで、この発明ではこのような問題点を解決

色もしくは4色)の組合せを正確に求めることができるから、これによって色変換誤差が僅少となり、色再現性が格段に向かう。

ある指定した色彩を再現する基本色(3色もしくは4色)の組合せを算出する方法として、従来では次の2つの方法が知られている。

印画紙などを使用してハードコピーする場合には、第26図に示すように、単色(Y, M, C)夫々の分光吸収濃度を測定しておき、濃度加法性を使用して総合吸収特性を算出する。その後、X, Y, Z, L*, u*, v*などの表色系に変換する。

濃度加法性とは、各分光吸収濃度での各色の濃度を加算して計算する方法をいう。

印刷などにおいては、ノイグパウア方程式によつて基本色の組合せを推定している。

【発明が解決しようとする問題点】

ところで、上述の算出方法のうち、印画紙の場合は、実際の系において濃度加法性が成立しない。そのため、色再現性を推定したときの精度が悪い。

ノイグパウア方程式を使用する場合においても、

したものであって、測色するカラーパッチ数を増やすことなく、見掛け上のカラーパッチ数を拡張、増殖できるようにしたカラーパッチによる色推定方法を提案するものである。

【問題点を解決するための技術的手段】

上述の問題点を解決するため、この発明においては、色分解画像を構成する複数の基本色を混合して得られる、ある表色系の中間色を推定するに際し、複数の基本色の組合せによって複数のカラーパッチを形成し、このカラーパッチ以外の基本色の組合せによる点の色は、既に求められている3点以上のカラーパッチの点の色を使用して推定するようにしたことを特徴とするものである。

【作用】

基本色が3色もしくは4色である場合、これら基本色によって構成される座標系は立体(4色の場合超立体)となり、この立体に対応した表色系も立体となる。ただし、その表色系は単純な立体ではなく、非常に複雑である。

そのため、基本色によって構成される座標系を

表色系の座標系に対応付ける場合、複数のカラーパッチ以外の点は、単なる直線近似によって補間するのではなく、3点以上のカラーパッチ点の色を使用して、つまり曲線近似により補間する。

この曲線補間によれば、歪んだ立体であっても、その立体内の点を高精度で推定できる。

カラーパッチを作成して、基本色の混合量を算出するには、以下のような処理ステップが考えられる。

第1に、求むべき中間色に近い色調のサンプルを複数個求め出力するステップ(第1ステップ)がある。

第2に、各サンプルの基本色の混合量と、それに対する表色系の値とを調べるステップ(第2ステップ)がある。

第3に、サンプルの表色系の値を用いて収束演算を行なうステップ(第3ステップ)がある。

この第3のステップによって、その中間色を再現する基本色の混合量が算出されることになる。

第1のステップにおけるサンプルは次のように

色分解画像修正装置では、これらの色修正データがテーブル化され、入力色分解画像情報によって対応する色修正データが参照される。

これによって、修正された色分解画像情報に基づいてカラー画像を記録することができる。

[実施例]

統いて、この発明に係るカラーパッチの色推定方法の一例を、上述した色分解画像修正方法に適用した場合につき、第1図以下を参照して詳細に説明する。

まず、この発明が適用される色分解画像修正方法の基本原理を説明する。

説明の都合上、基本色をY, M, Cの3色とした場合について説明する。

記録媒体、例えば印画紙などのカラー写真感光材料の中間色はY, M, Cの濃度を組合せることで無数に表現できるが、その表現範囲は立体的に示される。Y, M, Cの座標系で表現すると、その表現範囲は第1図に示すような立方体となる。Y, M, Cの座標系を他の表色系例えば、X, Y,

して求められる。

それは、特定の表色系、例えばY, M, C座標系で構成される基本色に関する離散的なn個のポイント(その合計は、n・n・nポイント)の信号によって実際に印画紙上にカラープリントする。

カラープリントされたカラーパッチ像の色を測定し、その測定データを印画紙の表色系(例えばL*, u*, v*表色系、以下同様)上にプロットすることによって、Y, M, C座標系の色がL*, u*, v*表色系の値として写像される。この写像された値がサンプル値となる。

測定データを特定の表色系の値に変換するため、その表色系に関する特定の変換式が使用される。

第3のステップでは、サンプル値を順次内挿しながら収束させることによって中間色に最も近いサンプル値を演算する。その収束サンプル値を基本色の混合量(Y, M, Cの各色データ)に対応させる。

これら混合量が色修正データとして複数個用意され、これらが入力色情報によって参照される。

Z表色系に変換すると、第2図に示すような立体となる。

図中、各頂点A～HはA'～H'に対応する。

第2図からも明らかなように、この表現範囲を決める立体は、殆どがいびつであり、各辺は直線になるとは限らず、また各辺は複雑な曲面となっている。

この立体の中であれば、Y, M, Cの適当な組合せにより、所定の中間色を再現できる。そのため、この立体内に入るよう色修正データを形成しなければならない。この発明はこの立体内に入るよう、Y, M, Cの混合量を決定する一方法を提案するものである。

簡単のため、基本色を2色(例えば、YとM)として説明し、その後に本来の基本色を使用したアルゴリズムを説明することにする。

第3図はY, Mの座標系で、これをL*, u*, v*表色系に写像すると、第4図のようになる。正方形の頂点B, C, G, FはB', C', G', F'に対応する。

第3図の各交点（実施例では、 $5 \times 5 = 25$ の格子点）の色レベルをカラープリンタに供給して、その色レベルをもって記録媒体（以下印画紙として説明する）上に記録してカラーパッチを形成する。

得られたカラーパッチから実際の色を測定し、その測定した値を表色系の変換式を使用して表色系の値（サンプル値）に換算し、これを各格子点ごとにプロットしたのが第4図である。

カラーパッチの数は多いに越したことはないが、実際の色測定に時間が掛かるから、実施例では $5 \times 5 = 25$ 程度のカラーパッチが使用される。

そして、このカラーパッチの見掛け上の数を増やすため、この発明では演算処理によってカラーパッチ数が拡張、増殖される。その際、カラーパッチ以外の点の色を、既に求められている3点以上のカラーパッチの点を使用した曲線近似によって算出する。

補間処理として、曲線補間を使用したのは、次のような理由に基づく。すなわち、第2図に対応

このように、第4図の表色系のみを使用して収束演算し、収束結果を第3図の座標系に対応付けして推定しないのは、第3図の座標系から第4図の表色系に対する変換は既知であるにも拘らず、この逆の変換操作は非常に複雑で、今だその好ましい変換式が知られていないからである。

このようなことから、第3図の座標系に示される目標値 T は次のような処理によって推定しようとするものである。推定処理操作を第5図及び第6図を参照して詳細に説明する。

まず、目標値 T' と合計25個の基本格子点（第4図参照）を使用して、この目標値 T' に最も近い格子点が算出される。

実際には、両者の差が最小となる格子点が算出される。この格子点が b' であるものとすれば、第5図においても目標値 T は格子点 b' に対応した格子点 b に近いものと推定できる。

次に、格子点間隔が $1/2$ となるレベル間隔で、格子点 b を含む合計9個の格子点（分割点）を設定し、それらの格子点を周囲の格子点の重み平均

する表色系を示す立体が第3図に示すように、いびつであるためである。そこで、上述したように3点以上使用して曲線近似させることによって、より正確な補間点を推定したものである。曲線補間は、第3図の内挿点を補間する場合の他、第3図の内挿点に対応する第2図の内挿点も同様に、3点以上のサンプル点を使用した補間処理となる。

このような内挿処理によって、例えば、 $5 \times 5 = 25$ のカラーパッチの中間を内挿補間することによって、 $9 \times 9 = 81$ のカラーパッチまで拡張、増殖することができる。

以下に示す例は、 $5 \times 5 = 25$ のカラーパッチによって基本色の組合せが推定される。

ここで、第4図に示すように、ある中間色を \times （目標値 T' とする）で示すと、この色を示す Y 、 M 座標系の組合せは、第3図の格子点 $e \sim d$ で開まれる領域内にあるものと推定される。

どの格子点に一番近いかの演算処理は、第4図の表色系を第3図の座標系に対応付けながら収束させて求める。

によって算出する。例えば、周囲の2点あるいは4点の格子点を重み平均して求める。

この新たに算出された格子点 $e \sim l$ に対応する値が再び第6図の表色系にプロットされる。

そして、このプロットされた格子点 $e' \sim l'$ （計9個）の中から目標値 T' に最も近い格子点が上述したと同じ手法によって求められ、その格子点（この例では、 h' ）に対応する第5図の格子点 h と、これを含む8個の格子点 $m \sim t$ が格子間隔をさらに $1/2$ に狭くすることで算出される。

このような格子の分割を繰り返すことによって、格子は次第に狭くなり、ついには収束する。この収束した格子点の値に対応する第5図の目標値 T が、その中間色を再現するための基本色の組合せ（ Y, M, C の混合値）を示すことになる。

以上の推定操作が与えられた目標値ごとに実行される。推定目標値をテーブル化し、その目標値を入力色分解画像の値で参照するように構成することもできる。

実際に、色分解画像修正装置などに応用する場

合には、ルックアップテーブルを使用することになる。その一例は後述する。

基本色として、3色を使用したときのアルゴリズムを次に説明する。

Y, M, C 夫々が、0~255までの256ステップのレベルを持つものとする。これらのレベルのうち、この例では、5つのレベルが抽出される。例えば、Y, M, C の夫々に対して、0, 64, 128, 192 及び 255 の5つのレベルが抽出される。これらの全組合せの色 ($5 \times 5 \times 5 = 125$) のカラーパッチが作成される。

カラーパッチの一例を第7図に示す。カラーパッチの表色系としては、CIEのL*, u*, v*、L*, a*, b*表色系などが適当である。

カラーパッチは各色とも同一レベル数とは限らない。すなわち、人間の目の識別能力を考慮してカラーパッチを構成するような場合には、一般には各色とも同一レベル数とはならない。それは、人間の目の識別能力はM(マゼンタ)が最も高く、Y(イエロー)が最も低いから、カラーパッチも

及び3点ある場合とでは、異なった補間式が使用される。

補間すべき点の表色系を、L₁*, u₁*, v₁*とし、各サンプル点の表色系を、L_i*, u_i*, v_i* ($i = 1 \sim 4$)としたとき、前者の場合は以下のようないくつかの補間式によって補間される。

$$L_{1*} = -(1/16)L1* + (9/16)L2* + (9/16)L3* \\ = -(1/16)L4*$$

$$u_{1*} = -(1/16)u1* + (9/16)u2* + (9/16)u3* \\ = -(1/16)u4*$$

$$v_{1*} = -(1/16)v1* + (9/16)v2* + (9/16)v3* \\ = -(1/16)v4*$$

後者の場合には、次の補間式が使用される。

$$L_{1*} = (5/16)L1* + (15/16)L2* - (5/16)L3* \\ = -(1/16)L4*$$

$$u_{1*} = (5/16)u1* + (15/16)u2* - (5/16)u3* \\ = -(1/16)u4*$$

$$v_{1*} = (5/16)v1* + (15/16)v2* - (5/16)v3* \\ = -(1/16)v4*$$

補間処理の順序の一例を第10図に示す。番号

これに合わせてYを少目に、Mを多目にすることが考えられるからである。

第8図はその一例を示すもので、

$$Y \cdot M \cdot C = 3 \times 5 \times 4$$

の場合を例示した。これによって、カラーパッチ数が減少するので、その分色の実測時間が短縮される。

これらの関係を一般化すると、次のような関係を満たすようにY, M, Cのパッチ数PY, PM, PCを設定すればよい。

$$PY < PC \leq PM$$

この発明のように、内挿処理によってカラーパッチ数を増やす場合には、以下のようにする。

基本格子として、 $5 \times 5 \times 5 = 125$ の場合、L*, u*, v*表色系は以下の計算例で示すような曲線補間によって内挿される。

この場合、第9図に示すように、黒丸●を格子点(サンプル点)としたとき、△印と×印が補間すべき点とすると、△印のように前後2点ずつ格子点が存在する場合と、×印のように前後に1点

I, II, IIIの順序で補間される。

このような補間処理によって、実際は125のカラーパッチしか測定しないにも拘らず、電気的な処理によってカラーパッチ数を729個まで拡張、増殖することができ、そのときのY, M, C座標系で示されるカラーパッチは第11図のようになる。

これをL*, u*, v*の表色系に写像すると第12図に示すようになる。

同図Aは第11図の頂点側から見た表色系であり、同図BはL*, v*面側の写像であり、同図CはL*, u*面側の写像である。

このような補間処理によって作成された合計729個のカラーパッチを使用して、上述した目標値Tの推定処理が実行されるものである。

ここで、目標値T'がどの格子点に近いかを演算するには、次のような評価関数△Eを使用すればよい。

$$\Delta E = |L_T - L_i^*| + |u_T - u_i^*| \\ + |v_T - v_i^*|$$

$$\Delta E = [(L_s^* - L_1^*)^2 + (u_s^* - u_1^*)^2 + (v_s^* - v_1^*)^2]^{1/2}$$

評価関数は何れを使用しても差し支えない。

最終目標値 T^* を全て収束演算処理によって算出する場合にあって、上述の例のように、64の量子化ステップによって基本格子の間隔が区切られているときには、上述の補間処理によって格子間隔（分割間隔）が32になっていることになるから、このような場合には、格子間隔が16, 8, 4, 2, 1の合計5回の収束処理を順次繰り返すことによって終了するようなアルゴリズムとなざれる。

これによって、充分な精度をもって目標値を推定できる。

補間処理によって第11図に示すようなカラーパッチが得られている場合では、第1回目から第5回目までの収束処理において、内挿点（立体の各頂点）の算出は、上述したような曲線的な近似によって算出することもできるが、以下に示す例では何れも直線的な近似による場合である。

用しない。

立体の外部に目標値 T^* が存在するのは、出力系の色再現範囲が、入力系の色再現範囲よりも狭いからである。

この場合には、その色の色相を変化させないで、無彩色方向に移動させ、その無彩色方向の直線上と色再現範囲の境界と交差する点の色をその目標値 T^* として使用するようにするものである。

そして、この場合においても、目標値 T^* は第3図の格子点 q_1, q_2 を結ぶ線上にあると考え、上述と同様に、Y, M, C座標系に対応付けながら q_1^*, q_2^* (第14図) を分割収束させることによって推定するものである。

この推定操作のアルゴリズムは上述のアルゴリズムに加えて、以下のようなアルゴリズムが付加される。

まず、Y, M, Cのいずれかが0若しくは最大であるときは、目標値 T^* が立体の外側、すなわち色再現範囲外にあるものと判断する。

その場合には、第15図に示すように、目標値

直線近似による内挿処理は次のようになる。

第13図に示すような内挿点 s を仮定したとすると、内挿点 s の L_s^* , u_s^* , v_s^* 色色系を L_s^* , u_s^* , v_s^* としたときの、その内挿式の一例を次に示す。

$$L_s^* = (1/M_i) L_i^* + L_1^*$$

$$u_s^* = (1/M_i) u_i^* + u_1^*$$

$$v_s^* = (1/M_i) v_i^* + v_1^*$$

内挿された色色系 L_s^* , u_s^* , v_s^* がY, M, C座標系の値に対応付けられる。

M_i は対角の頂点を含み、かつ内挿点 s を含む直方体の体積であって、第11図の場合には、

$$M_i = 32^3$$

となる。内挿の具体例は後述する色分割画像推定装置のところで説明する。

ところで、上述では目標値 T^* がいづれも第2図に示す立体の内部にあるときの推定処理を説明したが、第14図に示すように立体の外部に存在するときには、以下のようないくつかの処理によって推定される。説明を簡略化するためY, M, C座標系は使

T^* と無彩色の軸（これは L^* 軸の一点）を通る直線を想定し、その直線（以下収束線といふ） l 及び u^*, v^* 面に対する傾き θ を以下のように表す。

$$l = a \cdot r + b$$

$$\theta = \arctan(u^*/v^*)$$

ここに、 a , b は任意の実数であって、第3図の a , b とは異なる。

色相に加えて、明度も変えないように設定する場合には、 $l = LT^*$ となる。

次に、サンプル点のうち外面にあるものの円筒座標 $(\theta_i, r_i, l_i) = (\text{色相}, \text{彩度}, \text{明度})$ を計算し、これをメモリしておく。

そして、このようにメモリされた外面の各サンプル点（第16図の黒丸●で示される格子点）のうちで、4つのサンプル点で構成される最小の四辺形を想定し、それらの円筒座標を (θ_i, r_i, l_i) で表す。

4点のうちどれかが必ず、以下の条件式を満足しているかどうかがチェックされる。

$$\theta_i \leq \theta_1 \leq \theta_i + 180^\circ \quad (i = 1 \sim 4)$$

$$\begin{aligned} & \theta - 90^\circ \leq \theta_i \leq \theta + 90^\circ \quad (i = 1 \sim 4) \\ & \theta - 180^\circ \leq \theta_i \leq \theta \quad (i = 1 \sim 4) \\ & a \cdot r_i + b - 1 \geq 0 \quad (i = 1 \sim 4) \\ & a \cdot r_i + b - 1 \leq 0 \quad (i = 1 \sim 4) \end{aligned}$$

これらの条件を満たしているときには、設定した最小の四辺形の中を収束線1が通過している可能性が高い。

なお、このような条件式は無数に考えられるが、上述した条件式はそのうちでも、簡単な演算によって行なえる例である。

次に、この四辺形をその頂点からの重み平均によって、第16図に丸印で示す中点を求め、外面を4つに分割する。

この4面に対して再び、上述の条件式が参照されて、以後同様な操作が7回繰り返される。そして、この7回目の頂点に対応するY, M, C座標系の値の平均値を目標値Tの代替値T*として使用するものである。

統いて、この発明に係る上述した色分解画像修正方法を具体化した色分解画像修正装置（カラー

マスキング装置）の一例を第17図以下を参照して詳細に説明する。

この実施例では、上述のようにして算出された目標値、つまり色修正データがLUT（ルックアップテーブル）に予め格納されている。例えば、入力系がカラーCRTの場合には、B, G, Rによって決まる基本色の座標系（第11図と同様な座標系）に対応付けられた各格子点の色修正データが格納され、格子点以外の色修正データは内挿によって算出される。

入力階調若しくは出力階調が少ない場合には、このように飛び飛びの色修正データではなく、全ての色修正データをメモリしておくことができる。

修正色データの内挿処理について第17図を参照して説明する。

この例では、3つの入力画像データR, G, Bによって決まる直方体状の空間W（その対角頂点に内挿点sがある）を含む8つの色修正データ（C, M, Yに対応した既知の算出色修正データP1～P8）で形成される直方体状の空間領域Vを

定める。空間領域W, VはいずれもP1を基準点とするものである。そして、各色の、

$$\begin{aligned} & 0, 32, 64, 96, 128, 160, \\ & 192, 224, 255 \end{aligned}$$

の各点における組合せの色に対して、上述したような色修正値を持つものとする。このとき、入力画像データR, G, Bが夫々

$$(100, 130, 150)$$

の値を持っていた場合、以下に示される8点で囲まれる空間領域の頂点（格子点）の色修正データを用いて内挿される。

ここに、左辺のP*i*(i=1~8)は空間領域Vの各頂点の座標値を示し、右辺はそのときの色修正データC*i*, M*i*, Y*i*を示す。

P1:

$$(96, 128, 128) = (C1, M1, Y1)$$

P2:

$$(128, 128, 128) = (C2, M2, Y2)$$

P3:

$$(96, 160, 128) = (C3, M3, Y3)$$

P4:

$$(128, 160, 128) = (C4, M4, Y4)$$

P5:

$$(96, 128, 160) = (C5, M5, Y5)$$

P6:

$$(128, 128, 160) = (C6, M6, Y6)$$

P7:

$$(96, 160, 160) = (C7, M7, Y7)$$

P8:

$$(128, 160, 160) = (C8, M8, Y8)$$

依って、これら各頂点P*i*を持った空間領域Vと、入力画像データによって形成される空間領域Wとの関係は第17図に示すようになる。

空間領域Vの各頂点P*i*に対する重み係数は次のようにして算出される。

重み係数の算出方法としては、上述したL, u*, v*の表色系における場合と同一の算出式を流用することができる。

これは、求めるべき修正値の点の反対の頂点と、内挿点sで作られる直方体の空間領域Wの体積を、

求めるべき修正値の点における重み係数とするものである。

従って、点P8の重み係数は、P1の座標とsの座標とを用いて、

$$(100, 130, 150)$$

$$- (96, 128, 128) = (4, 2, 22)$$

より、sとP1とで作られる直方体状の空間領域の体積は、

$$4 \times 2 \times 22 = 176$$

となり、これが点P8の重み係数となる。

同様にして、残りの点P1～P7の重み係数が算出される。

$$P1 = 8400 \quad P2 = 1200$$

$$P3 = 560 \quad P4 = 80$$

$$P5 = 18480 \quad P6 = 2640$$

$$P7 = 1232 \quad P8 = 176$$

これら重み係数の和は、立方体状の空間領域Vの体積と同一となり、この例では、32768(aとする)となる。従って、s点における修正値Cs, Ms, Ysは

$32^3 = 32768$ 点)を持たせることができる。

第18図はカラーマスキング装置10の一例である。

上述の演算式から明らかなように、このカラーマスキング装置10は、

複数の色修正データを記憶する色修正情報記憶手段(色修正データ記憶手段)20と、

重み付け情報記憶手段(重み係数記憶手段)

24と、

参照された色修正データと重み係数とを掛算し、その値を累積する掛算累算手段30と、及び割算手段からなる処理手段

とで構成される。このうち、割算手段は構成次第で省略することができる。

色修正データ記憶手段20は、色補正すべく入力され得る3色分解画像情報により形成される色空間を複数の空間領域に分割し、その頂点に位置する3色分解画像情報の組合せに対する色修正情報が格納されている。

重み係数記憶手段24からは、入力された3色

$$Cs = 1/a (P1C1 + P2C2 + P3C3 + P4C4 + P5C5 + P6C6 + P7C7 + P8C8)$$

$$Ms = 1/a (P1M1 + P2M2 + P3M3 + P4M4 + P5M5 + P6M6 + P7M7 + P8M8)$$

$$Ys = 1/a (P1Y1 + P2Y2 + P3Y3 + P4Y4 + P5Y5 + P6Y6 + P7Y7 + P8Y8)$$

となる。すなわち、ある求めたい点s、それを取り囲む8点の修正値をCi, Mi, Yi(これは変色系の内插値し s^* , u s^* , v s^* に対応したY, M, C座標系の値である)とし、夫々の重み係数をAiとすれば、

$$Cs = (1/M) \sum_i A_i C_i$$

$$Ms = (1/M) \sum_i A_i M_i$$

$$Ys = (1/M) \sum_i A_i Y_i$$

で表わすことができる。

上述した色修正データの点は一例である。

実際にはROMの容量などを考慮して色修正データの数は、2のべき乗に設定される。従って、256kビットのROMを使用する場合には、1色につき32点の色修正データ(3色全体で、

分解画像情報に基づいて色修正情報記憶手段より選択される複数の色修正情報夫々に対する重み付け情報が出力される。

処理手段では、入力色分解画像情報に基づいて色修正データ記憶手段20より選択された複数の色修正情報と、重み係数に基づいて、最終的に得ようとする修正色分解画像データが演算されて出力される。

第18図は3つの色修正データC, M, Yを同時に得ようとする同時式のカラーマスキング装置にこの発明を適用した場合であり、第24図は3つの色修正データC, M, Yを、例えばこれらの順をもって順次出力させるようにした、いわゆる順次式のカラーマスキング装置にこの発明を適用した場合である。

続いて、第18図における同時式カラーマスキング装置10の各部の構成を説明する。

20は色修正データ記憶手段で、この例では各色C, M, Yに対する色修正データが夫々のLUT21～23に格納されている。24は重み

係数記憶手段で、これも LUT として構成されている。

色修正データ記憶手段 20 及び重み係数記憶手段 24 には、夫々読み出し用のアドレス信号が供給される。そのため、入力画像データ B, G, R は一旦アドレス信号形成手段 40 に供給されて、入力レベルに対応したアドレス信号が出力される。アドレス信号出力手段も夫々 LUT 41～43 で構成される。LUT としては、バイポーラ ROM が好適である。これら LUT 41～43 には、さらにコントローラ 50 から 1 ビットの振り分け信号が供給されるが、その詳細については後述する。

入力画像データの入力レベルに対応したアドレス信号によって参照された色修正データ及び重み係数を示すデータ（以下単に重み係数という）は、計 8 回にわたり順次掛算累算手段 30 側に供給される。

掛算累算手段 30 は、上述したように AIKI (KI は C, M, Y の総称) を順次実行すると共に、それらの和を求めるためのものであって、この例

各色 C, M, Y に対応した正確な色修正データが記憶された LUT 21～23 が使用される。

LUT 21～23 として、256K ビット容量の ROM を使用した場合には、入力画像データの最小レベルから最大レベルまでの間を 32 点だけ抽出する。これによって、1 色につき 32 点（従って、3 色では、 $32^3 = 32768$ 点）の色修正データを格納することができる。

従って、256 階調の入力レベルであるときは、32 点の配分は、例えば次に示すように、0 から順に「8」づつ区切って、

0, 8, 16, ..., 240, 248

の、合計 32 個となるように等分に配分し、33 点目となる 249 点以上 255 点までは使用しない。若しくは、249～255 の点は 248 として扱う。

このような各配分点での色修正データが正確に算出され、算出されたこれら複数の色修正データが夫々の LUT 21～23 に格納されるものである。

では掛算器 34～36 と累算器 37～39 とで構成されている。

従って、各掛算器 34～36 は、512K ビットの ROM が使用され、これらには対応する色修正データ（8 ビット）と重み係数 AI とが供給され、AIKI の乗算処理が実行され、そのうちの上位 8 ビットの乗算出力は後段の累算器 (ALU) 37～39 に供給されて順次乗算出力が加算処理される。

累算器 37～39 は 16 ビットの精度で演算されるが、累算出力（積和出力）としてはそのうちの上位 8 ビットが利用される。これによって、累算出力を重み係数 AI で除したと同じ出力が得られることになる。つまり、このようにすることによって、割算器を省略できる。

上位 8 ビットの累算出力は夫々ラッチ回路 45～47 によってラッチされる。ラッチパルスはコントローラ 50 で生成される。

各部の構成をさらに詳細に説明する。

色修正データ記憶手段 20 は、図示するように

なお、このように配分点を 32 点に設定すると、8 ビット出力の汎用 ROM を使用できるから記憶手段 20 を安価に構成できるメリットがある。

重み係数記憶手段用の LUT 24 には、各配分点における重み係数 AI が格納されている。いま、上述したように 8 ビットずつ配分した場合には、8 回の重み係数 AI の総計は、

$$8 \times 8 \times 8 = 512$$

となるが、上述のように出力が 8 ビットの市販の汎用 IC を使用しようとするならば、理論値通りの重み係数（最大 512）を持つと素子が増えるため、この例では理論値をほぼ 1/2 に圧縮した近似値が重み係数の実際値として使用される。

以下に示す例は、8 回の重み係数の和が常に 256 となるように設定し、夫々のうちの最大の重み係数は、255 とする。

こうした場合、例えば第 17 図において、s が P1 と同じ位置にあった場合、P1～P8 の各重み係数は、() 内にその理論値で示すように、

P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8
 255, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1
 (512, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

となり、重み係数の総和は、256となる。

また、sがP1とP3との間で、P1から3(従って、P3からは5)だけ離れた位置にあったときには、P1～P8の各重み係数は次のようになる。

P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8
 180, 0, 96, 0, 0, 0, 0, 1
 (320, 0, 192, 0, 0, 0, 0, 0)

となり、この場合の重み係数の総和も、256となるように、各重み係数が適宜選定される。

同様にして、sがP1～P4の面から3だけ離れ、P1, P3, P5, P7の面から1だけ離れ、そしてP1, P2, P5, P6の面から5だけ離れていた場合には、次のような重み係数P1～P8となる。

P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8
 53, 7, 88, 12, 32, 4, 53, 7
 (105, 15, 175, 25, 63, 9, 105, 15)

となり、この場合の重み係数の総和も、256となる。

それ自身の値の色修正データを選択し、振り分け信号が1のときには小さい方の色修正データ(この場合240)を選択する。

振り分け信号は重み係数記憶手段24にも供給される。

ところで、印画紙のような記録媒体を用いた場合には、各ロットによって感度差があるから、このような感度差を考慮するならば、各ロットに応じて複数の感度差を補正できるような色修正データを持たせる必要がある。しかし、このように感度差に応じた色修正データ記憶手段20を用意することは実際上不可能であり、現実的ではない。

色修正データ記憶手段20を共通に使用する構成であれば、差程の困難を伴なわないで実現できる。

第20図はそのような構成のときに使用して好適なカラーマスキング装置10の一例であって、入力画像データB, G, Rは一旦入力値補正用のLUT55～57を介してカラーマスキング装置10に供給される。色修正データ記憶手段20に

なるように、各重み係数が適宜選定される。

上述した1ビットの振り分け信号とは、点sを含む前後の色修正データを指定するための制御信号である。

すなわち、説明の便宜上、3.2個の配分点(格子点)とそれに対応するアドレス信号との関係を第19図に示すように設定する。

今、入力画像データのレベルが100であったときには、色修正データ記憶手段20からこの入力レベルを含む前後の色修正データ(96と104)が出力されるようなアドレス信号(12, 13)を形成する必要がある。

そこで、振り分け信号が0のとき、小さい方の色修正データ(96)が参照されるようなアドレス信号(12)が出力され、また振り分け信号が1のとき、大きい方の色修正データ(104)が参照されるようなアドレス信号(13)が出力されるようにコントロールされる。

ただし、使用する値の最大値(この場合は248)のときで、振り分け信号が0のときには、

は、1種類の感度に対応した色修正データが格納されている。

この色修正データ記憶手段20からの色修正データとそのときの重み係数とから、修正後の画像データが算出される。修正された画像データは感度補正用のLUT61～63に供給されて、使用する印画紙の感度に応じた補正がなされる。

ここで、感度補正用のLUT61～63には感度の違いに対応した複数種の感度補正值が格納されており、使用する印画紙の感度に合わせてその補正值が選択される。

また、この感度補正用のLUTの入出力特性は、人間の視覚特性が考慮される。そして、第21図に示すような入出力特性の感度補正曲線を使用すれば、量子化誤差による類似輪郭の発生を最少限に抑えることができる。

ところで、上述の例では256階調をフルに使用する構成とはなされていないが、例えば次に示すような考えを踏襲すれば、256階調をフルに使用したカラーマスキング装置を実現できる(第

24図参照)。

そのためには、まず格子点として8ビット間隔と9ビット間隔とを混合した形で配分する。混合形とすることによって、8ビット間隔と9ビット間隔との識別信号が用意される。従って、アドレス信号形成手段40の出力と、格子点及び識別信号との関係は、第22図に示すように設定される。

その結果、例えば入力が216であったときには、アドレス信号形成手段40からの出力とコントローラ50からの出力との関係は、次のようになるよう制御される。

振り分け信号	0	1
24へのアドレス信号	8	3
20へのアドレス信号	26	27
識別信号	1	1

ここで、重み係数記憶手段24へのアドレス信号の値は、振り分け信号が0のとき、入力216に最も近い最小の格子点210との差(=6)が選ばれ、また振り分け信号が1とき、入力216と次の格子点219との差(=3)が選択される。

ば、256階調をフルに用いることができる。ただし、この場合には、コントローラ50から上述したような識別信号が生成されるように構成されるのは勿論である。

第24図は順次式に構成されたカラーマスキング装置10にこの発明、特に256階調をフルに用いる構成を適用した場合であって、第18図と対応する部分には同一の符号を付し、その説明は省略する。

この例では、最大格子点間距離が9ビットであるため、この距離に対応する重み係数参照用のアドレス信号として4ビットのデータがアドレス信号形成手段(ブリルUT)40から重み係数記憶手段24側に供給される。アドレス信号形成手段40からはさらに8ビット間隔と9ビット間隔の識別信号(1ビット構成)が出力され、これが重み係数記憶手段24に供給される。

色修正データ用のLUT21~23には、その制御端子CEにチップを順次選択するための制御信号CC, MC, YCが供給されて、例えば

識別信号1は9ビット間隔の格子点を表わし、0は8ビット間隔の格子点を表わすもので、次のような理由から識別信号が必要となる。

すなわち、格子点の間隔が相違すると、3色の格子点で作られる空間領域は立方体でなく、直方体となり、その体積は、

$$512 (=8 \times 8 \times 8), 576 (=8 \times 8 \times 9)$$

$$648 (=8 \times 9 \times 9), 729 (=9 \times 9 \times 9)$$

の4通りできる。このため、1辺が8ビットか9ビットかの識別信号が必要となるわけである。

また、重み係数記憶手段24では、この識別信号にしたがって夫々の重み係数が、その総和がやはり256となるように設定されるものである。

例えば、各色の画像データ値が、

$$(64, 143, 216)$$

であったときには、第23図に示すものとなる。

従って、図示のような重み係数と色修正データとから、上述した算出式にしたがって最終的な色修正データが求められる。

このように格子点のビット間隔を適宜選定すれ

LUT21~23の順で夫々から色修正データが順次読み出されたのち、掛算累算手段30に供給される。

掛算累算手段30においても、各色の修正値算出が順次処理されることになる。

掛算累算手段30は、図示するように单一のチップで構成された掛算累算器が使用され、積和出力(累算出力)のうち上位8ビットのデータが各色ごとに順次出力される。

コントローラ50は9進のカウンタ51と出力タイミングを調整するためのラッチ回路52とで構成される。カウンタ51への基準クロックは掛算累算器30のクロック入力端子Xck, Yckに対して共通に供給され、これのクロックタイミングで、X, Y端子に入力された色修正データKiと重み係数Aiの各データが演算処理される。そして、8回に亘る積和出力が得られた次のタイミングで出力端子ZOUTから最終的な色修正データが山出されるように、基準クロックを1/9にカウントダウンしたクロックがZck端子に供給される。

なお、アキュムレート端子ACCに供給される演算処理制御パルスにおいて、そのレベルが1のときは、

$$X \cdot Y + Q \quad (Q \text{は直前の積和出力})$$

の積和処理が実行される。0レベルの制御パルスは9個目の基準クロックが得られるタイミングごとに生成され、これによって積和出力がリセットされて、次の色修正用演算処理に備えられる。

そのため、このリセット時は端子Yinには、オール0の重み係数が入力されるように、この記憶手段24のEE端子にリセット信号が供給される。その結果、プルダウン抵抗RpによりYinのデータは0となり $X \cdot Y (= 0)$ なるリセット処理が実行されることになる。

上述した実施例は以下のようにも変形することができる。

第1に、上述では最終的な色修正データを、8個の格子点の色修正データから算出するようにしたが、対角頂点の2点の色修正データから内挿してもよい。このような内挿方法は、特に色修正データ

第3に、カラーマスキング装置を印刷用に応用する場合には、色修正データ記憶手段20に黒(スミ)のデータを格納したLUTを別に用意するだけでよい。この場合には、順次式のカラーマスキング装置として構成した方が構成を簡略化できるので得策である。

第4に、重み係数の計算方法は、直方体の体積を重み係数とするのではなく、点Piからの距離の逆数(あるいはそのn乗)として求めてよい。

第5に、色修正データ記憶手段20、併算累算手段30の各段間にラッチ回路を接続すれば、各段間の処理を相互に分離できるため、高速演算処理が可能となる。

第6に、色空間座標の変換は、(B, G, R)、(L*, a*, b*)、(X, Y, Z)などにも適用できることは容易に理解できよう。

[発明の効果]

以上説明したように、この発明によれば、複数のカラーパッチを使用して、対応する表色系の値を算出する場合、調色すべきカラーパッチの数を

タとして上述よりもさらに多くの点の修正データを使用する場合に好適である。

第2に、上述では色修正データをROM構成のLUTに格納したが、この色修正データ記憶手段としてRAMを使用すると共に、色修正データ格納用として別のメモリ(ROMやディスクメモリなど)を用意し、必要時この別のメモリから色修正データを読み出し、これをRAMに書き込んで使用することもできる。

この構成によれば、RAMとしてSRAMを使用できるから、演算処理時間のスピードアップ化を図れる。

このように別のメモリを使用し、必要時ダウンロードする構成では、この別のメモリに、色の反転データ、ある出力の色を選択するデータ、照明光の種類によって色調を変化させたデータ、色強調用のデータなどの特殊効果用のデータを用意することができる。これらを必要なとき必要なだけダウンロードして使用すれば、特殊効果を比較的簡単に作成できる。

増加させることなく、必要とするカラーパッチ数を得ることができる。従って、実際の装置を使用した測色時間を大幅に短縮することができる効果がある。

そして、カラーパッチ数を拡張、増殖する場合に、この発明では3点以上の格子点を使用した曲線近似によって、補間するようにしているので、第3図のようないびつな立体をもつ表色系であっても、内挿点を正確に算出することができる。

その結果、この表色系の値をY, M, C座標系などに対応付ける際の、精度も高くなり、得られる色修正データに基づく色再現性が格段に向上することになる。

従って、この発明は、色分解画像を構成する複数の基本色を混合して、ある表色系の中間色を再現するに際し、表色系に設定した目標となる中間色に近い表色系の値を、基本色で構成された座標系の値に対応付けながら順次収束演算して、目標となる中間色に最も近い表色系の値に対応する座標系の目標値を、求むべき中間色を再現する基本

色の組合せとして修正するような色分解画像修正装置に使用されるカラー・パッチによる色推定方法に適用して極めて好適である。

つまり、この発明はカラー画像情報を印画紙や印刷などに記録する場合に適用して極めて好適である。

4. 図面の簡単な説明

第1図はY, M, C座標系の説明図、第2図はL*, u*, v*表色系の説明図、第3図は第1図の座標系をさらに簡略化したY, M座標系の説明図、第4図はそのときの明度及び彩度を示す表色系の説明図、第5図及び第6図はこの発明に係るカラー・パッチによる色推定方法の説明図、第7図及び第8図はカラー・パッチの一例を示す図、第9図は曲線近似の説明図、第10図はそのとき得られるサンプル点拡張の説明図、第11図及び第12図はサンプル点拡張によって得られた座標系及び表色系の説明図、第13図は内挿処理の説明図、第14図は立体外に目標値があるときの説明

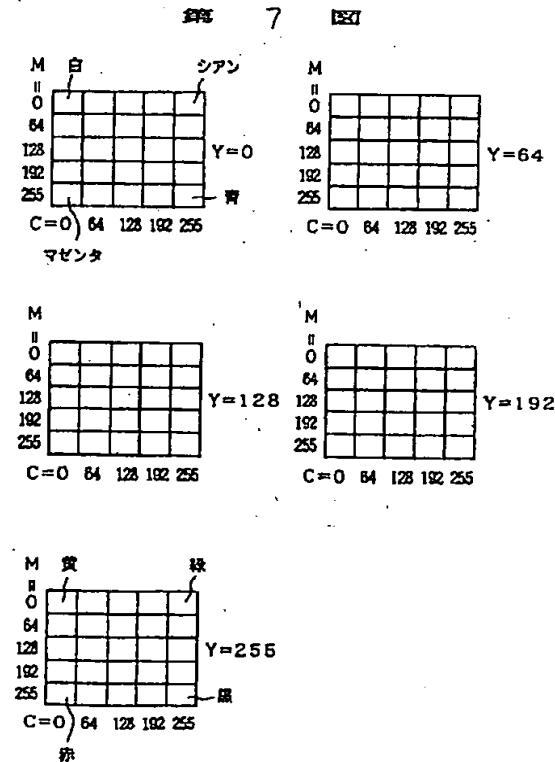
図、第15図は表色系での色再現範囲を示す円筒座標図、第16図は収束操作の説明図、第17図は第13図と同様な内挿処理の説明図、第18図はカラー・マスキング装置の一例を示す要部の系統図、第19図は格子点の配分関係を示す図、第20図はこの発明の他の例を示す概略的な系統図、第21図はそのときに使用する感度補正曲線を示す図、第22図及び第23図は振り分け信号、色修正データ、識別信号などの関係を示す図、第24図はこの発明の更に他の例を示す第18図と同様な系統図、第25図は従来の色分解画像修正装置の構成図、第26図は分光吸収濃度曲線図である。

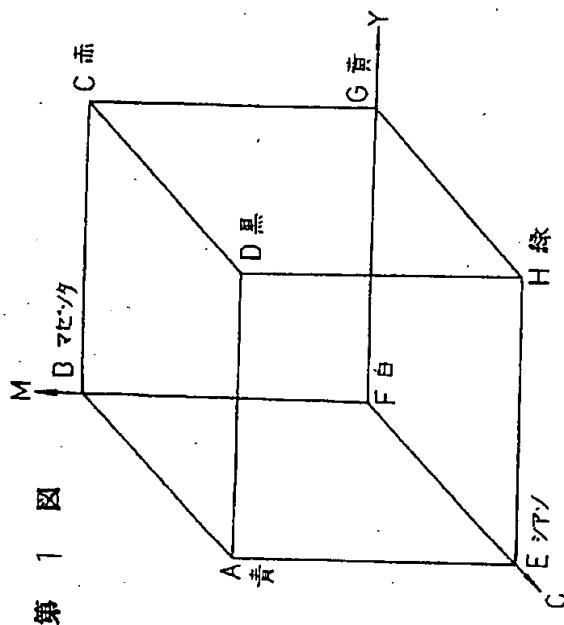
- 10 . . . カラー・マスキング装置
- 20 . . . 色修正データ記憶手段
- 30 . . . 掛算累算手段
- 40 . . . アドレス信号形成手段
- 50 . . . コントローラ
- V . . . 空間領域

W . . . 空間領域

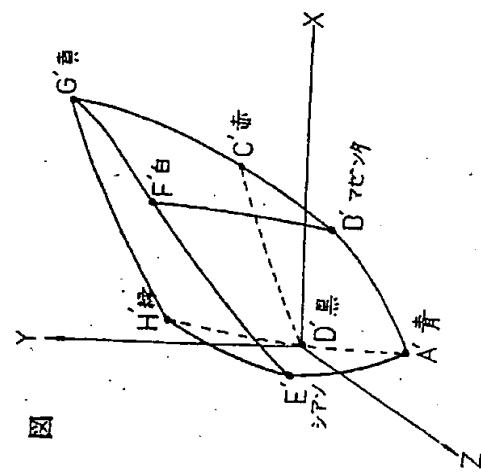
s . . . 内挿点

特許出願人 小西六写真工業株式会社
代理人 井理士 山口





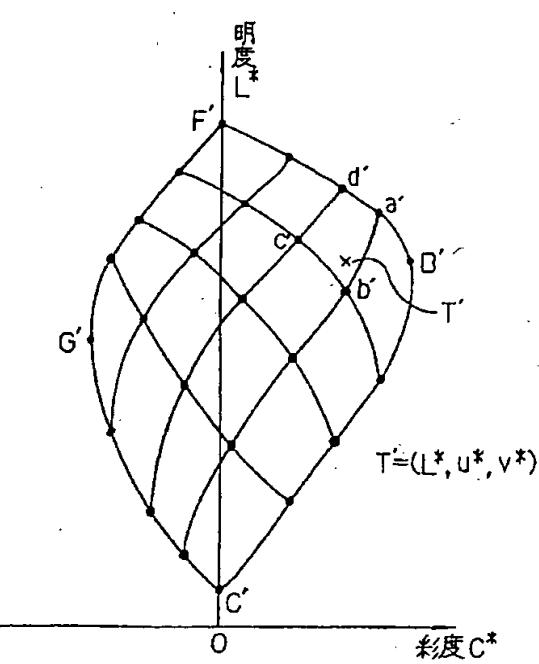
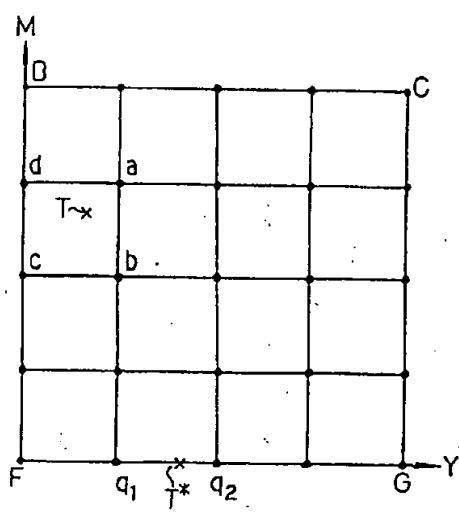
第1図



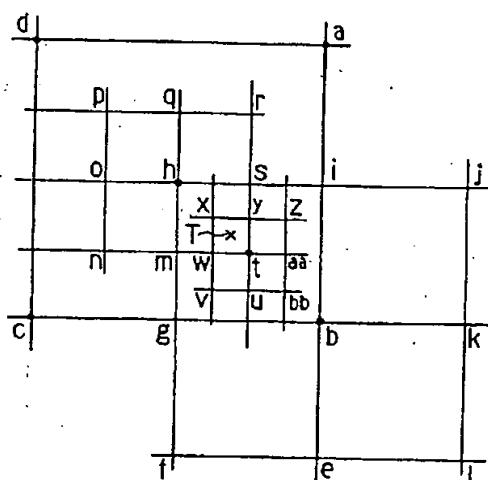
第2図

第4図

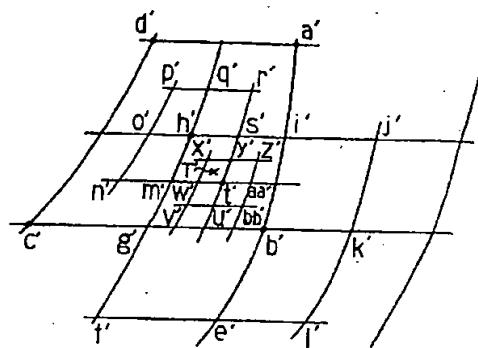
第3図



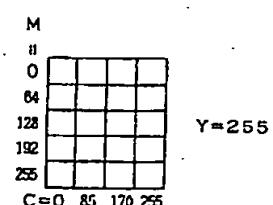
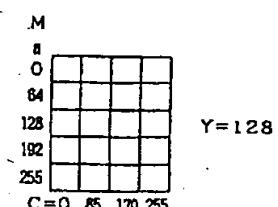
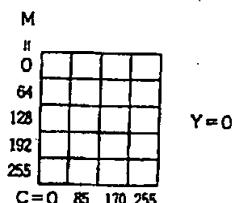
第 5 図



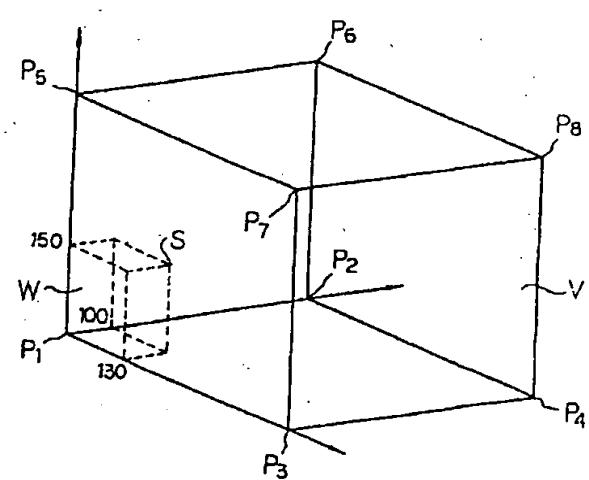
第 6 図



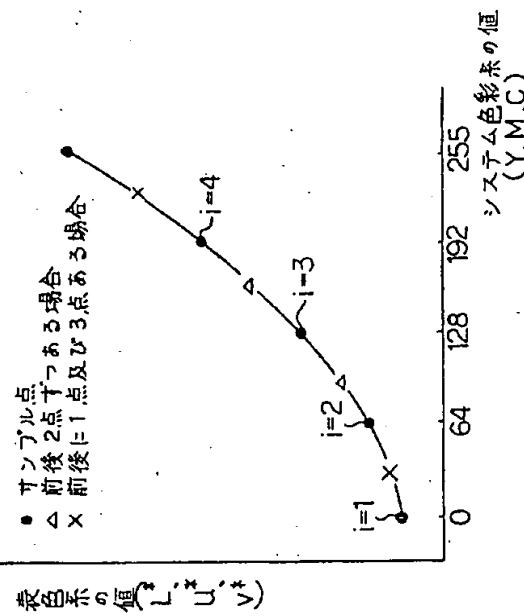
第 8 図



第 17 図

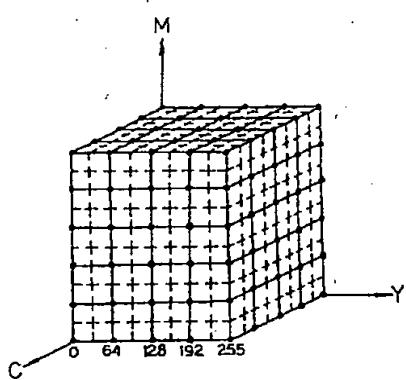


第 9 図

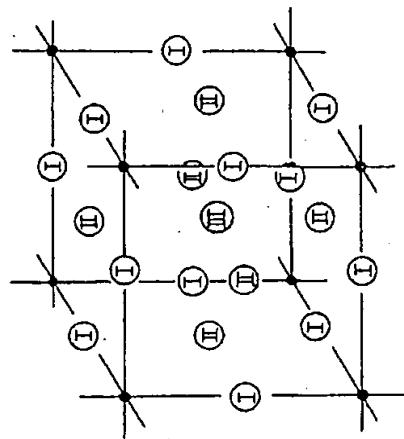


表色系の値 (L', a', b')

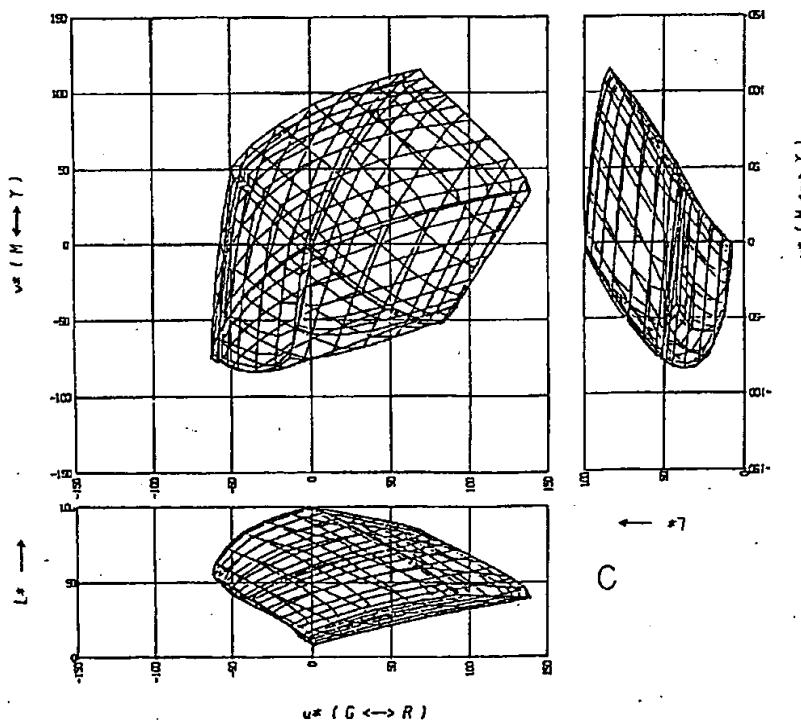
第 11 図



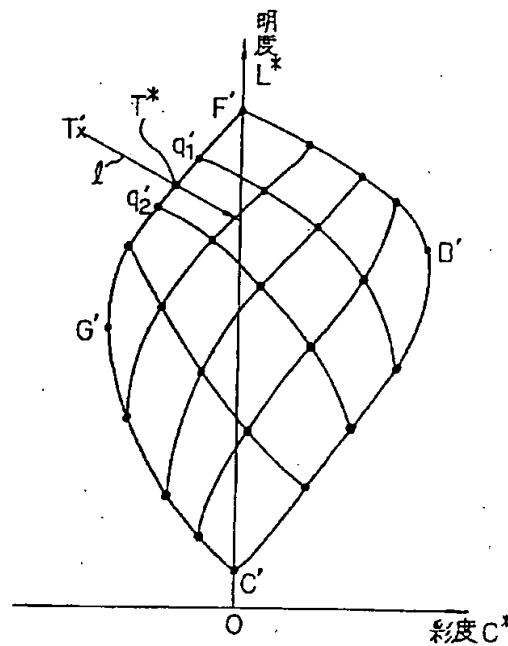
第 10 図



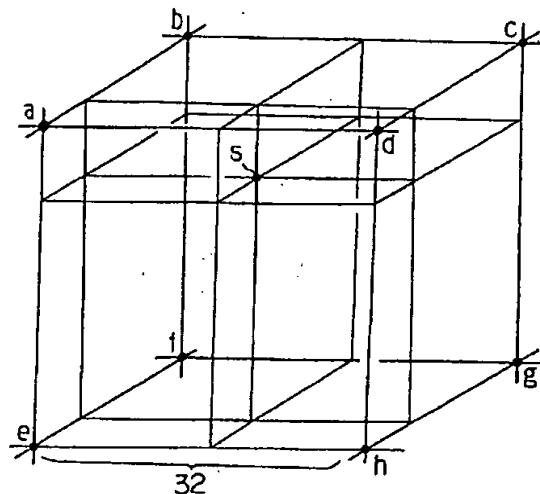
第 12 図



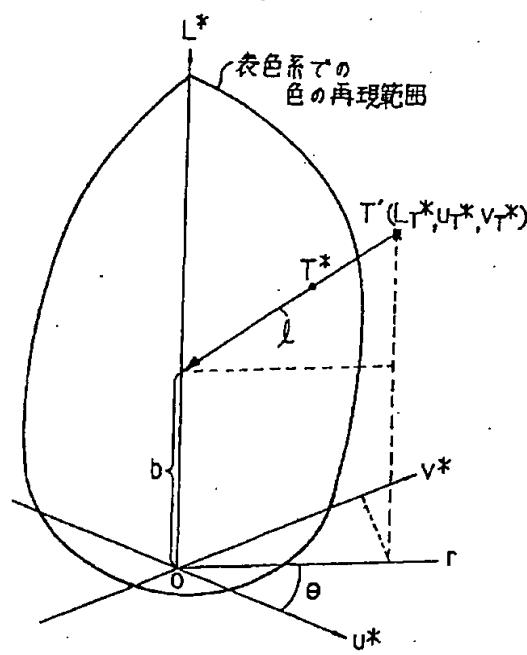
第 14 図



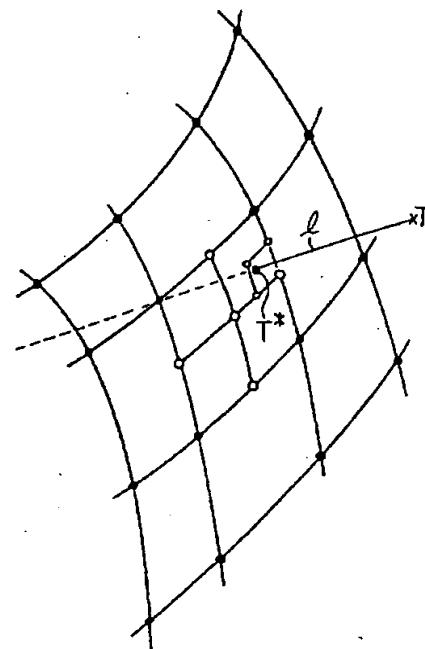
第 13 図



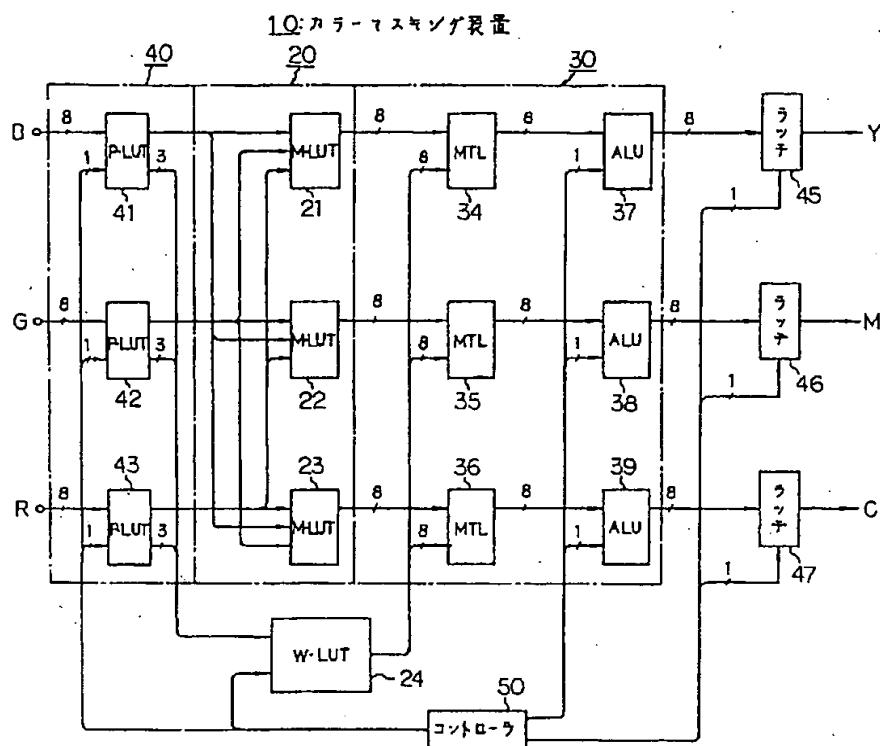
第 15 図



第 16 図



第18図



第19図

番号(アドレス)	0	1	2	3	.....	12	13	.....	30	31
色修正データ	0	8	16	24	.....	96	104	.....	240	248

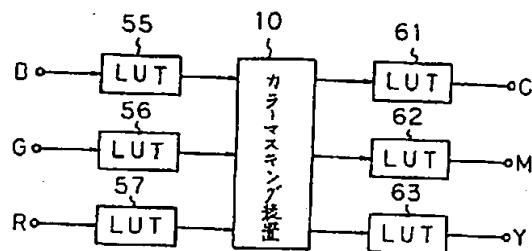
第22図

番号(アドレス)	0	1	2	3	.....	12	13	14	.....	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
格子点	0	8	16	24	.....	96	104	112	.....	168	176	184	172	201	210	219	228	237	246	255
(色修正データ)	8ビット間隔												9ビット間隔							
識別信号	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	

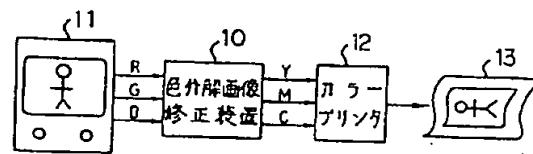
第23図

振り分け信号	24への アドレス信号	20への アドレス信号	8ビット 識別信号	重み係数 (重合)	重み係数 (重疊)
0 0 0	0 7 6	8 17 25	0 0 1	24	11
0 0 1	0 7 3	8 17 27	0 0 1	48	21
0 1 0	0 1 6	8 18 28	0 0 1	168	75
0 1 1	0 1 3	8 18 27	0 0 1	336	149
1 0 0	8 7 6	9 17 26	0 0 1	0	0
1 0 1	8 7 3	9 17 27	0 0 1	0	0
1 1 0	8 1 6	9 18 25	0 0 1	0	0
1 1 1	8 1 3	9 18 27	0 0 1	0	0
				(=576)	(=256)

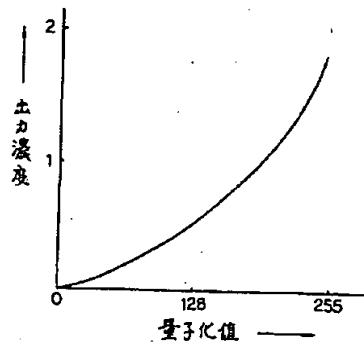
第 20 図



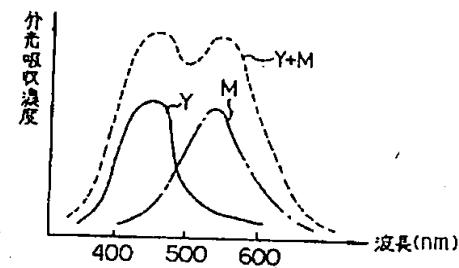
第 25 図



第 21 図



第 26 図



第 24 図

